

# Máster en Biología Marina

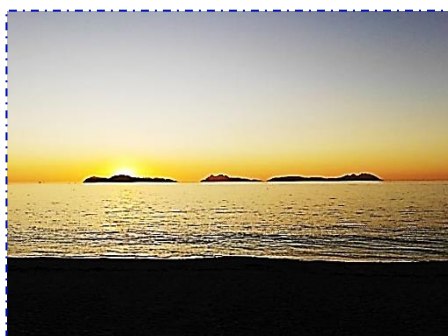
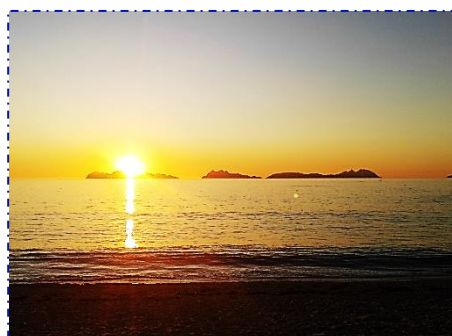
## Memoria del Trabajo de Fin de Máster

Curso Académico 2017-18

**Estudio espacio-temporal de la epifauna asociada a macroalgas en el Archipiélago de Cíes (Parque Nacional de las Islas Atlánticas, NO España).**

**Estudo espazo-temporal da epifauna asociada a macroalgas no Arquipélago de Cíes (Parque Nacional das Illas Atlánticas, NO España).**

**A temporal-spatial study on epifauna associated to macroalgae in Cíes Archipelago (Atlantic Islands National Park, NW Spain).**



**Laura Iglesias Carballeira**

*Fecha de defensa: 02/07/2018*

*Director: Dr. Miquel Planas Oliver*

*Tutor: Dr. Rodolfo Barreiro Lozano*



## **Resumen**

La epifauna, como crustáceos, poliquetos, gasterópodos y bivalvos, es abundante en las algas marinas, jugando un papel importante como ramoneadores o filtradores en los ecosistemas templados rocosos, a la vez que sirve de alimento para otros animales marinos situados en una posición trófica superior (incluidos los peces). En este estudio, se ha investigado la abundancia y la variación espacio-temporal de la epifauna asociada a macroalgas submareales en el Archipiélago de Cíes (Parque Nacional de las Islas Atlánticas, NO España). Las macroalgas y la epifauna asociada fueron muestreadas en primavera, verano y otoño de 2017 en 3 zonas de la cara Este del Archipiélago de Cíes. También se recolectaron muestras suplementarias de mísidos en la columna de agua. Las muestras se lavaron cuidadosamente, y la fauna se recogió con una malla de 250  $\mu\text{m}$  y se conservó en etanol 95 % para una identificación taxonómica posterior. Todas las muestras fueron identificadas al taxón más bajo posible obteniéndose una colección total de 84 grupos faunísticos de epifauna. Los resultados mostraron fuertes variaciones estacionales, independientemente del área de muestreo y de la especie de alga. La riqueza de especies se mantuvo notablemente estable a lo largo de las estaciones anuales, mientras que la diversidad de Shannon y la abundancia total mostraron una fuerte estacionalidad. La diversidad aumentó y la abundancia total disminuyó en otoño cuando los grupos dominantes (copépodos y gammáridos) experimentaron un fuerte declive estacional. Estos resultados resaltan la gran diversidad de especies epifaunales presentes en el Archipiélago de Cíes durante todo el año. Este estudio forma parte de un estudio global más ambicioso y los resultados servirán para caracterizar la estructura trófica de los peces signátidos presentes en el archipiélago.

**Palabras clave:** Epifauna, Parque Nacional, macroalgas, Islas Cíes.

## **Resumo**

A epifauna, como crustáceos, poliquetos, gasterópodos e bivalvos, é abundante nas algas mariñas, xogando un papel importante como animais de pasto ou filtradores nos ecosistemas templados rocosos, á vez que serve de alimento para outros animais mariños situados nunha posición trófica superior (incluidos os peixes). Neste estudo, investigouse a abundancia e variación espazo-temporal da epifauna asociada a macroalgas submareais no Arquipélago de Cíes (Parque Nacional das Illas Atlánticas, NO España). As macroalgas e a epifauna asociada foron mostreadas en primaveira, verán e outono do 2017

en 3 zonas da cara Este do Arquipélago de Cíes. Tamén se recolectaron mostras suplementarias de mísidos na columna de auga. As mostras laváronse coidadosamente, e a fauna recolleuse cunha malla de 250  $\mu\text{m}$  e conservouse en etanol 95 % para unha identificación taxonómica posterior. Todas as mostras foron identificadas ao taxón máis baixo posible chegando a unha colección total de 84 grupos faunísticos de epifauna. Os resultados mostraron fortes variacións estacionais, independentemente da área de mostraxe e da especie de alga. A riqueza de especies mantívose notablemente estable ao longo das estacións anuais, mentres que a diversidade de Shannon e a abundancia total mostraron unha forte estacionalidade. A diversidade aumentou, e a abundancia total diminuíu en outono cando os grupos dominantes (copépodos e gammáridos) experimentaron un forte declive estacional. Estes resultados resaltan a gran diversidade de especies epifaunais presentes no Arquipélago de Cíes durante todo o ano. Este estudo forma parte dun estudo global máis ambicioso e os resultados servirán para caracterizar a estrutura trófica dos peixes signátidos presentes no arquipélago.

**Palabras clave:** Epifauna, Parque Nacional, macroalgas, Illas Cíes.

## **Abstract**

Epifauna, such as crustaceans, polychaetes, gastropods and bivalves, is abundant in seaweeds, playing an important role as grazers or filter feeders in temperate rocky ecosystems, while serving for other marine animals in a higher trophic position (including fishes). In this study, we investigated the abundance and temporal-spatial variation of the epifauna associated with subtidal macroalgae in Cíes Archipelago (Atlantic Islands National Park, NW Spain). Macroalgae and associated epifauna were sampled in spring, summer and autumn 2017 in 3 areas of the East coast from Cíes Archipelago. Supplementary samples of mysids were also collected in the water column. Samples were carefully washed, and fauna was collected with a 250  $\mu\text{m}$  mesh and conserved in 95% ethanol for further taxonomic identification. All samples were identified to the lowest possible taxon obtaining a total collection of 84 faunal groups of epifauna. Results showed strong seasonal variations, regardless of the seaweed species host and sampling site. Species richness remained notably stable across seasons while Shannon diversity and total abundance showed strong seasonality. Diversity increased, and total abundance decreased in autumn when the dominant groups (copepods and gammarids) experienced a strong seasonal decline. These results highlight the great diversity of epifaunal species

present in Cíes Archipelago throughout the year. This study is part of a more ambitious global study and results serve to characterize the trophic structure of sygnathids fish present in archipelago.

**Key words:** Epifauna, National Park, macroalgae, Cíes Islands.



## Índice

1.- Introducción.....	1-2
2.- Material y métodos.....	3-6
2.1.- Situación del área de estudio.....	3
2.2.- Descripción del área de estudio.....	4
2.3.- Procedimiento de toma de muestras y análisis de la epifauna.....	4-6
3.- Resultados.....	7-13
3.1.- Descripción por zona de muestreo, especie de alga y periodo de muestreo..	7-12
3.2.- Composición de la epifauna.....	13
4.- Discusión.....	14-16
5.- Conclusiones.....	17
6.- Agradecimientos.....	18
7.- Bibliografía.....	19-22
8.- Anexo.....	23-30





## 1.- Introducción.

En los hábitats intermareales y submareales rocosos, donde el espacio es un recurso limitante, es importante el papel que desempeñan las especies que ofrecen hábitats para otras, causando un efecto importante en la estructura de estas comunidades someras. Es el caso de las macroalgas, que proporcionan refugio y alimento para muchos organismos, aumentando así el espacio de asentamiento en los sistemas intermareales y submareales (Cacabelos *et al.*, 2010; Ba-Akdah *et al.*, 2016).

De esta manera, grandes ensamblajes de invertebrados, como poliquetos, crustáceos y moluscos, se asocian con las algas (Guerra-García *et al.*, 2011). Estas comunidades de epifauna desempeñan un papel ecológico relevante controlando la proliferación de epífitas en la macroalga hospedadora. Por ello, una reducción en los herbívoros puede provocar un crecimiento excesivo de algas epífitas y causar efectos severos en las algas que forman el hábitat (Rubal *et al.*, 2018). Además, la epifauna desempeña un rol importante como fuente de alimento para muchos peces que viven en estos lechos marinos (Ba-Akdah *et al.*, 2016; Rubal *et al.*, 2018).

La composición, la abundancia y los patrones de distribución de la epifauna, que a menudo es variable en el espacio y el tiempo, depende de la complejidad morfológica y el tamaño de las macroalgas (Gestoso *et al.*, 2010; Rubal *et al.*, 2018). Por ejemplo, la longevidad, la estructura de la pared celular, la presencia de epífitas de algas, la producción de metabolitos secundarios, etc. influyen en la abundancia de la epifauna, al igual que los cambios en los factores ambientales, la competencia, la depredación y el reclutamiento (Ba-Akdah *et al.*, 2016). Además, las algas estructuralmente más complejas albergan fauna más abundante y diversa porque, entre otras cosas, proporcionan una mayor disponibilidad de superficie para la colonización (Parker *et al.*, 2001; Cacabelos *et al.*, 2010).

Por estas razones, las comunidades de epifauna resultan un tema atractivo para la investigación marina. El estudio de la relación macroalgas-epifauna ha sido objeto de diversos documentos científicos. Algunos han estudiado cómo diferentes especies de macroalgas influyen en la abundancia, riqueza y diversidad de epifauna asociada (Russo, 1997; Parker *et al.*, 2001; Chemello & Milazzo, 2002; Cacabelos *et al.*, 2010). Otros han hecho referencia a las variaciones estacionales en comunidades de epifauna (Seed *et al.*, 1981; Nakaoka *et al.*, 2001; Bedini *et al.*, 2014; Winkler *et al.*, 2017). Más recientemente,

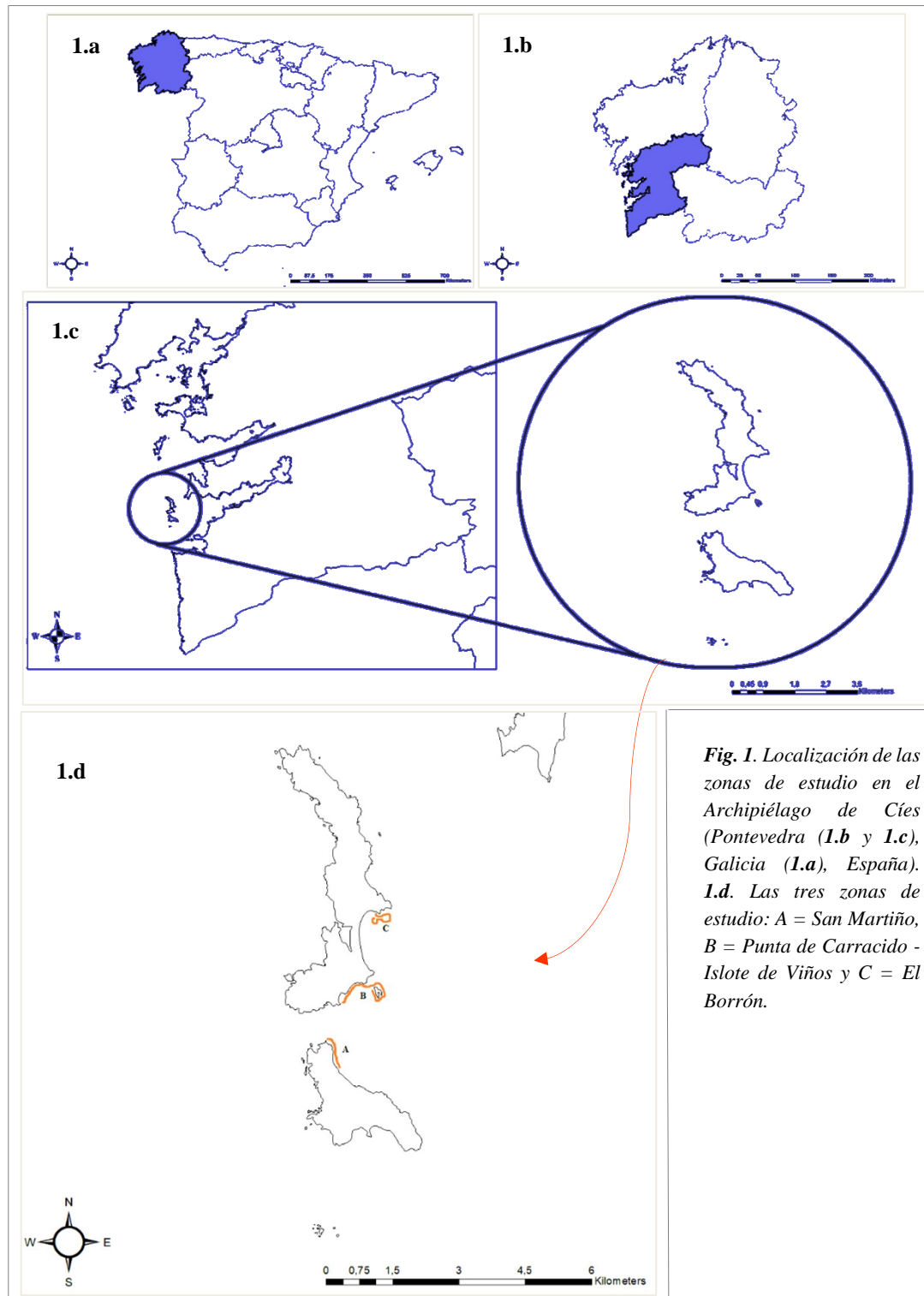
se ha prestado atención a las diferencias entre la formación de hábitats en especies de macroalgas nativas y la formación de hábitats en macroalgas invasoras (Gestoso *et al.*, 2010; Rubal *et al.*, 2018).

Este estudio forma parte del Proyecto Hippoparques – Signátidos de los Parques Nacionales de las Illas Atlánticas y del Archipiélago de Cabrera (OAPN, MAPAMA, Referencia 1541S/2015), y tuvo como principal objetivo investigar la variación espacio-temporal de la epifauna asociada a macroalgas submareales en el Archipiélago de Cíes, componente del Parque Nacional de las Islas Atlánticas (PNIA), en el noroeste de España. Además, el trabajo fue presentado en el VI International Symposium on Marine Sciences (ISMS), celebrado en Vigo los días 20, 21 y 22 de junio de 2018.

## 2.- Material y métodos.

### 2.1.- Situación del área de estudio.

El estudio se realizó durante la primavera, verano y otoño del año 2017 en tres zonas (A, B y C) de la cara Este del Archipiélago de Cíes (PNIA) (*Fig. 1*), seleccionadas previamente en base a los resultados obtenidos durante el primer año del Proyecto Hippoparques.



**Fig. 1.** Localización de las zonas de estudio en el Archipiélago de Cíes (Pontevedra (**1.b** y **1.c**), Galicia (**1.a**), España). **1.d.** Las tres zonas de estudio: A = San Martiño, B = Punta de Carracido - Islote de Viños y C = El Borrón.

## 2.2.- Descripción del área de estudio.

En las zonas de estudio existen diferentes comunidades vegetales y su correspondiente epifauna asociada. En la zona A se hallan comunidades dominadas por algas coralináceas y especies del género *Codium* Stackhouse, 1797, y comunidades dominadas por coralináceas y especies cespitosas; en la zona B coexisten las comunidades anteriores junto con comunidades dominadas por *Laminaria ochroleuca* Bachelot de la Pylaie, 1824 y especies del género *Codium*; finalmente, en la zona C se pueden encontrar comunidades dominadas por *Cystoseira* spp. C. Agardh, 1820 y coralináceas. Esta última es la zona más protegida y la que tiene macroalgas de crecimiento más lento. Además, debe destacarse la gran abundancia en primavera y verano del alga invasora *Asparagopsis armata* Harvey, 1855 y su fase esporofítica *Falkenbergia rufolanosa* en todas las zonas, con efectos adversos sobre las comunidades vegetales autóctonas (OAPN, 2018).

La epifauna estudiada correspondió a la asociada a las especies macroalgales más representativas de cada zona y época de muestreo. De esta manera, las especies muestreadas fueron *Asparagopsis armata*, *Cystoseira baccata* y *Codium* spp. (Tabla 1 y Fig. A3 Anexo). *Codium* spp. fue la única que estuvo presente en las tres estaciones anuales.

	Primavera			Verano			Otoño		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
<i>Codium</i> spp.	X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Asparagopsis armata</i>	X		X						
<i>Cystoseira baccata</i>						X			X

**Tabla 1.** Macroalgas recogidas en cada zona de estudio (A, B y C) según el periodo de muestreo (primavera, verano y otoño).

## 2.3.- Procedimiento de toma de muestras y análisis de la epifauna.

En cada una de las zonas del estudio (A, B y C) se marcó un transecto que se muestreó en tres épocas de 2017 (primavera, verano y otoño) (Tabla 2), y en cada transecto se establecieron nueve parcelas (cuadrados de 0.5 m de lado) en donde se tomaron las muestras de macroalgas y epifauna asociada. En total se analizaron 81 muestras de epifauna.

	Primavera	Verano	Otoño
A	08/05/17	19/07/17	05/12/17
B	25/04/17	11/07/17	27/10/17
C	09/05/17	20/07/17	31/10/17

**Tabla 2.** *Fechas de muestreo de cada zona (A, B y C), establecidas según las condiciones climatológicas y oceánicas.*

Las muestras se recogieron en bolsas de nylon (10  $\mu$ m) y se mantuvieron en etanol al 95 %, siendo trasladadas posteriormente al laboratorio. Paralelamente, también recogieron muestras de mísidos en la columna de agua. Una vez en el laboratorio, cada muestra se lavó cuidadosamente con agua de mar sobre un filtro de 250  $\mu$ m. Inmediatamente, la fauna se transfirió a botes herméticos conteniendo etanol al 95 %, hasta su procesamiento posterior, que consistió en la separación, identificación y conservación por grupos taxonómicos de la fauna, intentando alcanzar en la medida de lo posible el taxón más bajo en el proceso de identificación zoológica.

Para el análisis de cada muestra se midió el volumen de etanol, y se vertió la muestra en una bandeja para realizar un primer cribado visual de la epifauna según su morfología externa. Seguidamente, se identificó cada organismo bajo lupa binocular utilizando una guía taxonómica de la fauna marina del noroeste de Europa (Hayward & Ryland, 2017), y se procedió al recuento del número de ejemplares de cada taxón. Se conservó una alícuota representante de cada taxón en tubos de 2 ml, conteniendo etanol al 95 %, que se mantuvieron en refrigeración. A partir de la epifauna ya conservada, se estableció un banco de muestras representativo de cada taxón, que podrá ser utilizado como referencia en futuros estudios. Finalmente, se procedió a liofilizar las muestras conservadas en refrigeración para el análisis posterior de isótopos estables de C y N (Nogueira *et al.*, 2018) (no incluido en este estudio).

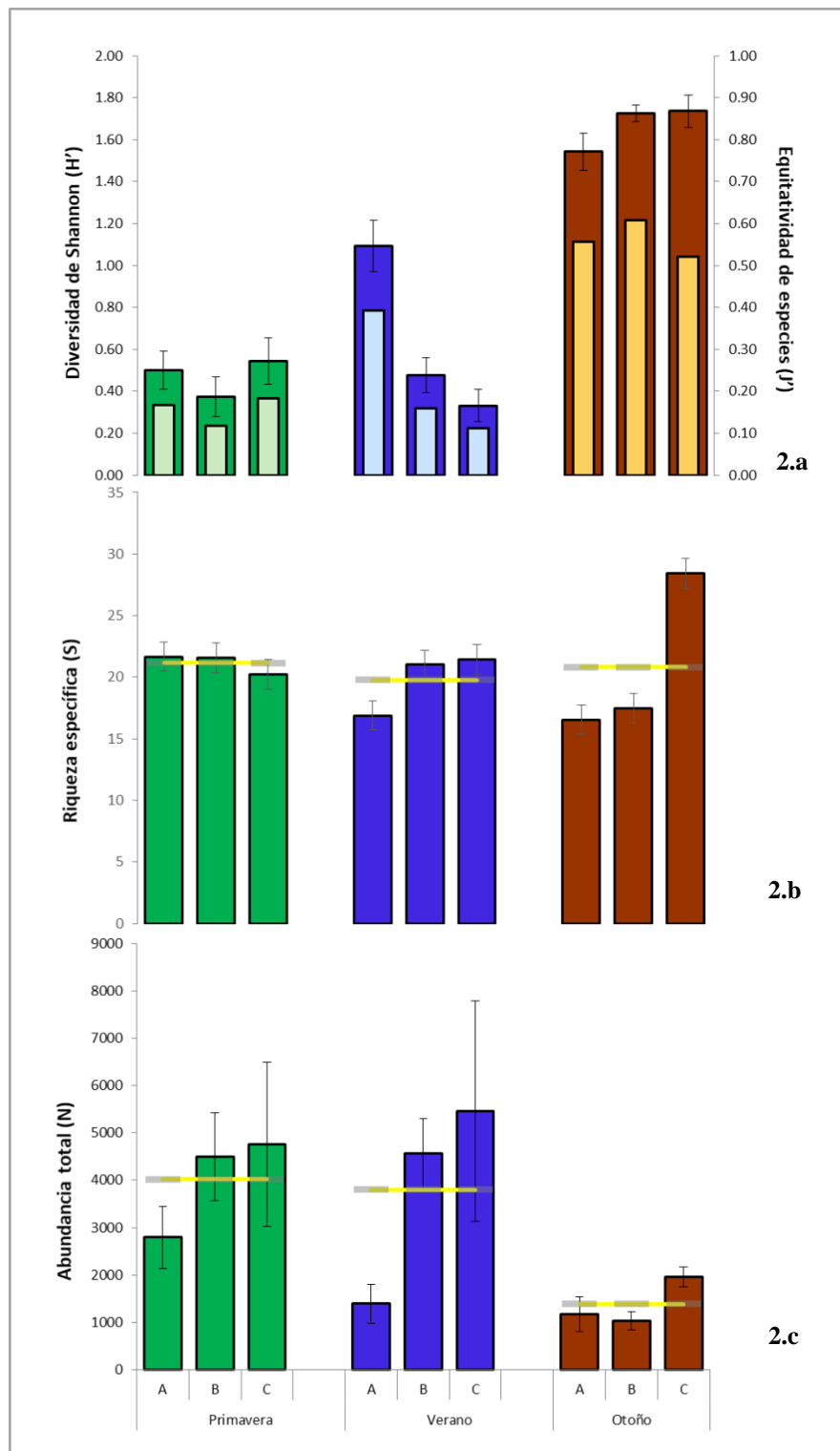
Los datos obtenidos (fecha de muestreo, zona, transecto, parcela, especie vegetal, volumen, taxón y su número) se utilizaron para la estimación de la diversidad y riqueza específicas y el número total de individuos presentes promedio por zona de muestreo y macroalga muestreada. Las diferencias entre zonas y entre especies de algas se compararon mediante un análisis de la varianza permutacional (PERMANOVA) (Anderson, 2001; McArdle & Anderson, 2001). Los valores de probabilidad (P) se

estimaron con una distribución de permutaciones asintótica generada con el método de Monte Carlo (Anderson & Robinson, 2003). Las diferencias en la estructura de la comunidad epifaunística entre zonas y entre especies de algas también se analizaron mediante PERMANOVA de las similitudes Bray-Curtis (similitud BC) entre pares de muestras (Bray & Curtis, 1957) después de transformar las estimas de abundancia (raíz cuadrada) para equilibrar la contribución de las especies raras y dominantes a las estimas de similitud. La matriz de similitudes BC se visualizó mediante un gráfico de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS). Para identificar aquellas especies que más contribuyeron a las diferencias entre zonas se analizó la descomposición de la disimilitud entre muestras de cada zona utilizando la rutina SIMPER.

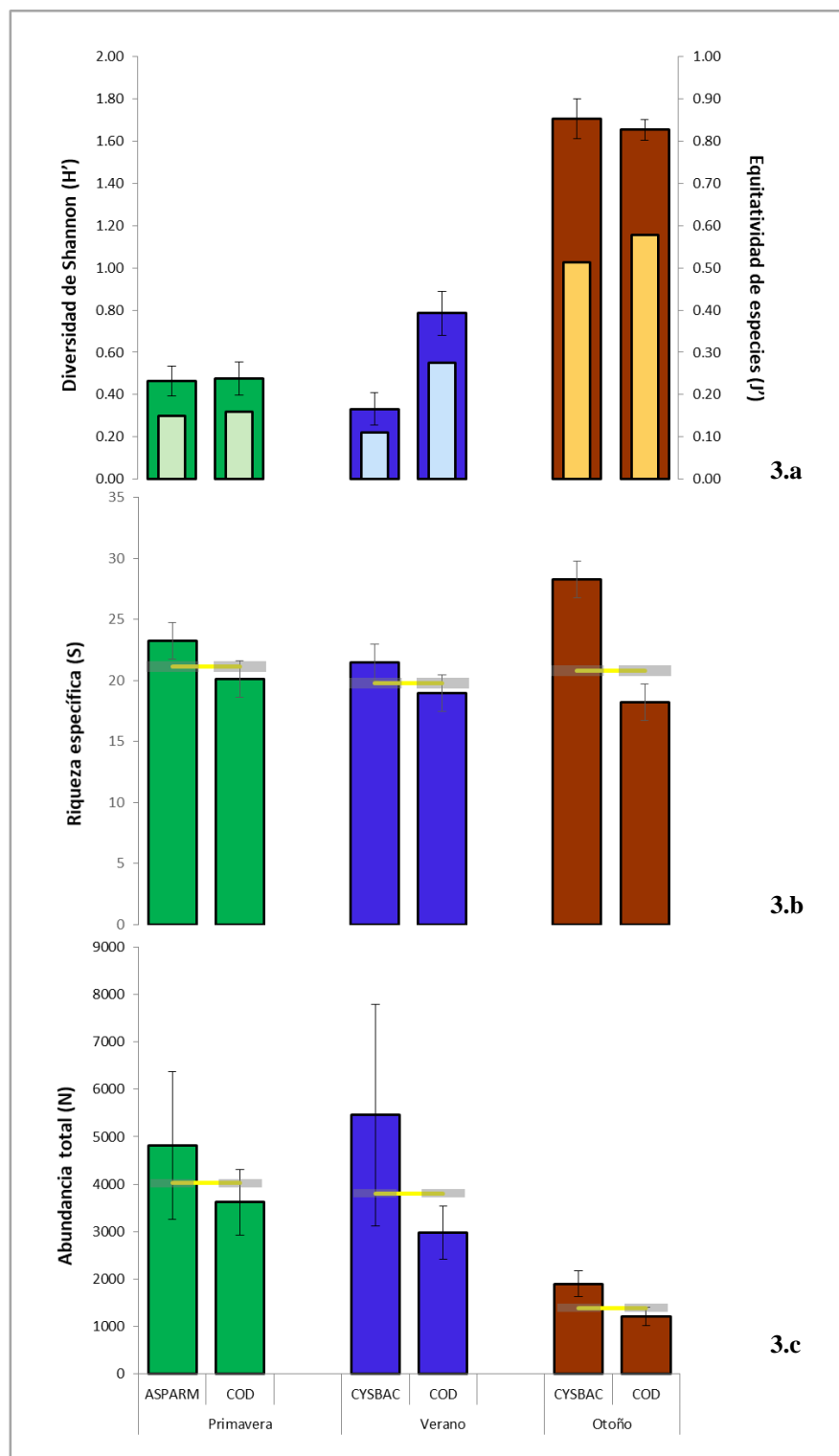
Todos estos análisis estadísticos se realizaron con los paquetes estadísticos PRIMER v6 (Clarke & Gorley, 2006; Anderson *et al.*, 2008) e IBM SPSS Statistics v23.

### 3.- Resultados.

#### 3.1.- Descripción por zona de muestreo, especie de alga y periodo de muestreo.



**Fig. 2.** Valores medios (+SE) de 2.a. diversidad de Shannon (barras externas) y equitatividad de especies (barras internas), 2.b. riqueza específica y 2.c. abundancia total para cada zona de muestreo (A, B y C). Las líneas horizontales son la media (+SE) para cada periodo de muestreo (primavera, verano y otoño).



**Fig. 3.** Valores medios (+SE) de **3.a.** diversidad de Shannon (barras externas) y equitatividad de especies (barras internas), **3.b.** riqueza específica y **3.c.** abundancia total para cada especie de alga (ASPARM = *Asparagopsis armata*, COD = *Codium* spp. y CYSBAC = *Cystoseira baccata*). Las líneas horizontales son la media (+SE) para cada periodo de muestreo (primavera, verano y otoño).

La diversidad, medida como diversidad de Shannon, (fórmula en Fig. A1 Anexo) (Pla, 2006) y la equitatividad de especies, que son dos índices directamente proporcionales, variaron entre zonas muestreadas y fueron aumentando hacia finales de año (Fig. 2.a).



Respecto a la diversidad, el análisis PERMANOVA detectó diferencias estadísticamente significativas entre zonas (factor *zona (Zo)*), entre periodos de muestreo (factor *estación (Es)*) y entre zonas a lo largo del año (interacción *Es x Zo*) (*Tabla 3*). En todas las zonas, la diversidad registró su máximo en otoño, con unos valores medios de  $1.54 \pm 0.09$ ,  $1.73 \pm 0.04$  y  $1.74 \pm 0.08$  en los transectos A, B y C respectivamente. La diversidad y la equitatividad también variaron entre especies de algas muestreadas (*Fig. 3.a*). Adicionalmente, el análisis PERMANOVA detectó diferencias estadísticamente significativas entre *especies de alga (Sp)* y entre especies de alga a lo largo del año (*Es x Sp*) (*Tabla 4*). La diversidad registró su máximo en las algas recogidas en otoño, *Cystoseira baccata* y *Codium* spp., con unos valores medios de  $1.71 \pm 0.10$  y  $1.65 \pm 0.05$ , respectivamente.

La riqueza específica se mantuvo estable en todas las épocas, pero varió entre las zonas de muestreo y en cada zona a lo largo del año (*Fig. 2.b*). De hecho, el análisis PERMANOVA no detectó diferencias estadísticamente significativas entre los periodos de muestreo (*estación (Es)*), pero sí entre las zonas (*Zo*) y entre las zonas a lo largo del año (*Es x Zo*) (*Tabla 3*). Además, la riqueza varió entre las especies de algas y entre éstas a lo largo del año (*Fig. 3.b*). El análisis PERMANOVA detectó diferencias estadísticamente significativas en el factor *especie de alga (Sp)* y en la interacción *Es x Sp*) (*Tabla 4*).

La abundancia total de la epifauna se mantuvo estable durante primavera y verano, pero disminuyó notablemente en otoño (*Fig. 2.c*), a pesar de que en el análisis PERMANOVA no se detectaran diferencias significativas entre periodos de muestreo (factor *estación (Es)*). En cambio, la abundancia cambió entre las áreas de muestreo y entre las áreas de muestreo a lo largo del año; así lo corroboraron las diferencias del factor *zona (Zo)* y de la interacción *Es x Zo* (*Tabla 3*). La abundancia total también cambió dependiendo de la especie de alga considerada (*Fig. 3.c*), aunque en el análisis PERMANOVA no se detectaran diferencias significativas (*Tabla 4*).

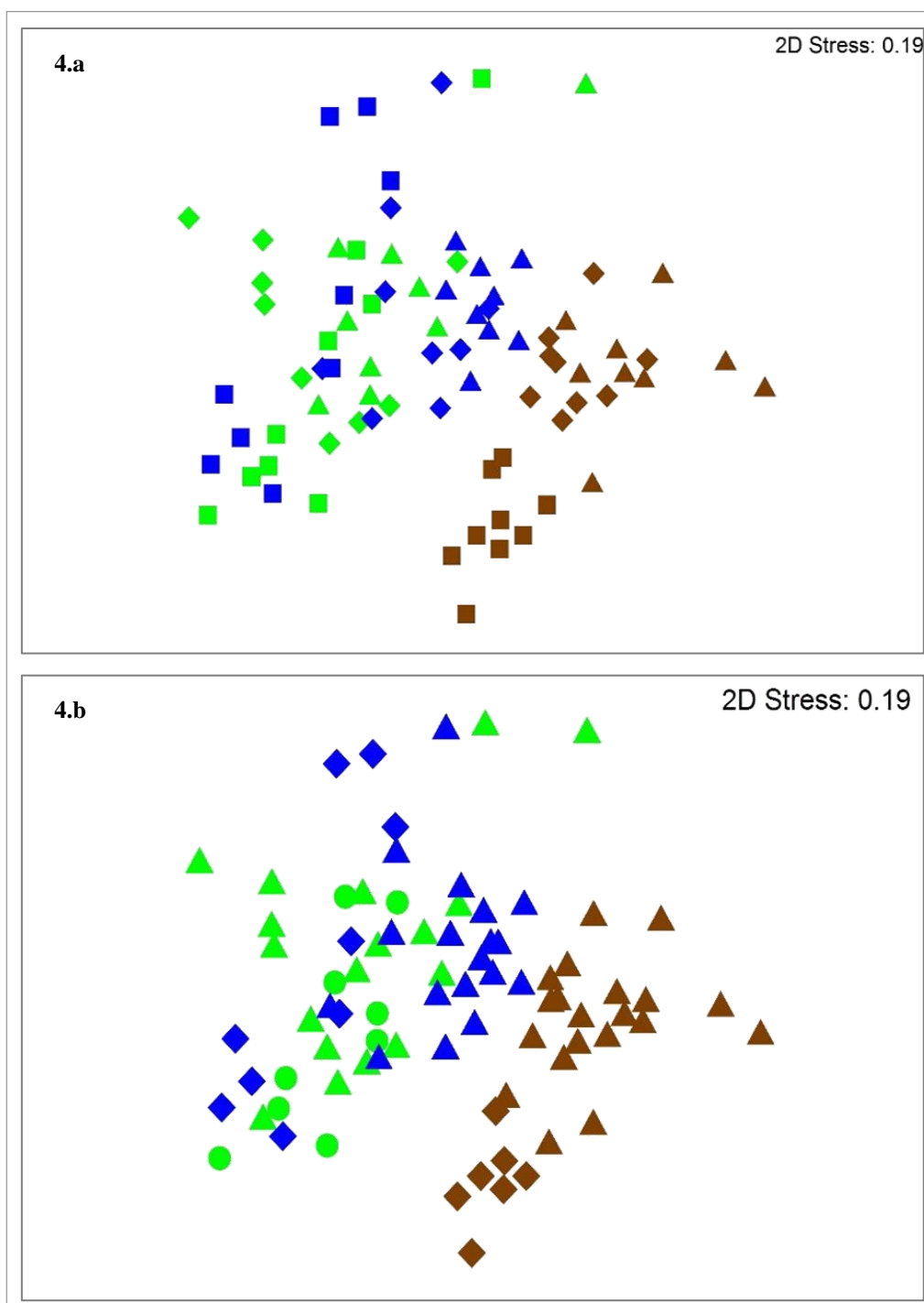
Fuente de variación	df	Diversidad de Shannon		Riqueza específica		Abundancia total		Similitud BC	
		MS	Pseudo-F	MS	Pseudo-F	MS	Pseudo-F	MS	Pseudo-F
Estación (Es)	2	22580	9,3982 *	128,62	0,18551	7632,9	2,9184	9652,2	5,7475 *
Zona (Zo)	2	2027,4	3,6995 *	863,8	5,5231 **	4832,7	5,0021 ***	5044,5	9,0459 ***
Es x Zo	4	2402,6	4,3842 ***	693,32	4,433 **	2615,4	2,7072 **	1679,4	3,0115 ***
Residuos	72	548,01		156,4		966,12		557,65	

**Tabla 3.** Análisis de la varianza permutacional (PERMANOVA) de los efectos del tiempo (estación: comparación de las muestras de primavera, verano y otoño) y transecto de muestreo (zona) sobre diversidad de Shannon, riqueza específica, abundancia total y similitud Bray-Curtis (similitud BC). Pseudo-F = estadístico análogo a la F del ANOVA paramétrico pero estimado con la distribución de permutaciones asintótica (9999). \* =  $P < 0.05$ , \*\* =  $P < 0.01$ , \*\*\* =  $P < 0.001$ .

Fuente de variación	df	Diversidad de Shannon		Riqueza específica		Abundancia total		Similitud BC	
		MS	Pseudo-F	MS	Pseudo-F	MS	Pseudo-F	MS	Pseudo-F
Estación (Es)	2	21974	6,111	350,8	0,37252	5729,9	7,4594	8879,1	2,659
Especie de alga (Sp)	2	1659	2,6677 *	1221,9	7,2341 **	2617,3	2,3373	3946,4	6,3754 ***
Es x Sp	1	2742,8	4,4105 *	822,5	4,8696 *	617,26	0,55122	2580,9	4,1695 ***
Residuos	75	621,88		168,91		1119,8		619	

**Tabla 4.** Análisis de la varianza permutacional (PERMANOVA) de los efectos del tiempo (estación: comparación de las muestras de primavera, verano y otoño) y especie de alga sobre diversidad de Shannon, riqueza específica, abundancia total y similitud Bray-Curtis (similitud BC). Pseudo-F = estadístico análogo a la F del ANOVA paramétrico pero estimado con la distribución de permutaciones asintótica (9999). \* =  $P < 0.05$ , \*\* =  $P < 0.01$ , \*\*\* =  $P < 0.001$ .

En resumen, los resultados mostraron fuertes variaciones estacionales entre las muestras de primavera-verano y las de otoño, independientemente de la zona de muestreo y de la especie de alga. Esto también puede visualizarse mediante gráficos de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) de las muestras, basados en su similitud BC. Se observa cómo las muestras de otoño (derecha) aparecen separadas de las de primavera y verano (izquierda) (Fig. 4).



**Fig. 4.** Escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) entre **4.a.** periodo de muestreo y zona de muestreo (verde = primavera, azul = verano, marrón = otoño, triángulo = zona A, rombo = zona B y cuadrado = zona C) y **4.b.** periodo de muestreo y especie de alga (verde = primavera, azul = verano, marrón = otoño, triángulo = *Codium* spp., rombo = *Cystoseira baccata* y círculo = *Asparagopsis armata*).

La rutina SIMPER mostró que los taxones de la epifauna que más contribuyeron a estas diferencias estacionales ( $> 2\%$  de contribución) fueron: *O. Harpacticoida* Sars M., 1903 (copépodos), *Amphilocheus manudens* Spence Bate, 1862, *Apherusa* spp. Walker, 1891 y *Corophium* spp. Latreille, 1806 (gammáridos), *Elysia* spp. Risso, 1818, *Peringia ulvae* (Pennant, 1777) y *Tricolia pullus* (Linnaeus, 1758) (gasterópodos) y F. Mytilidae

Rafinesque, 1815 (bivalvos) (Tabla 5). Los grupos más dominantes (copépodos y gammáridos) fueron más abundantes en los muestreos de primavera y verano, sufriendo un fuerte declive en otoño. En cambio, los gasterópodos y bivalvos fueron más abundantes en otoño que en primavera y verano.

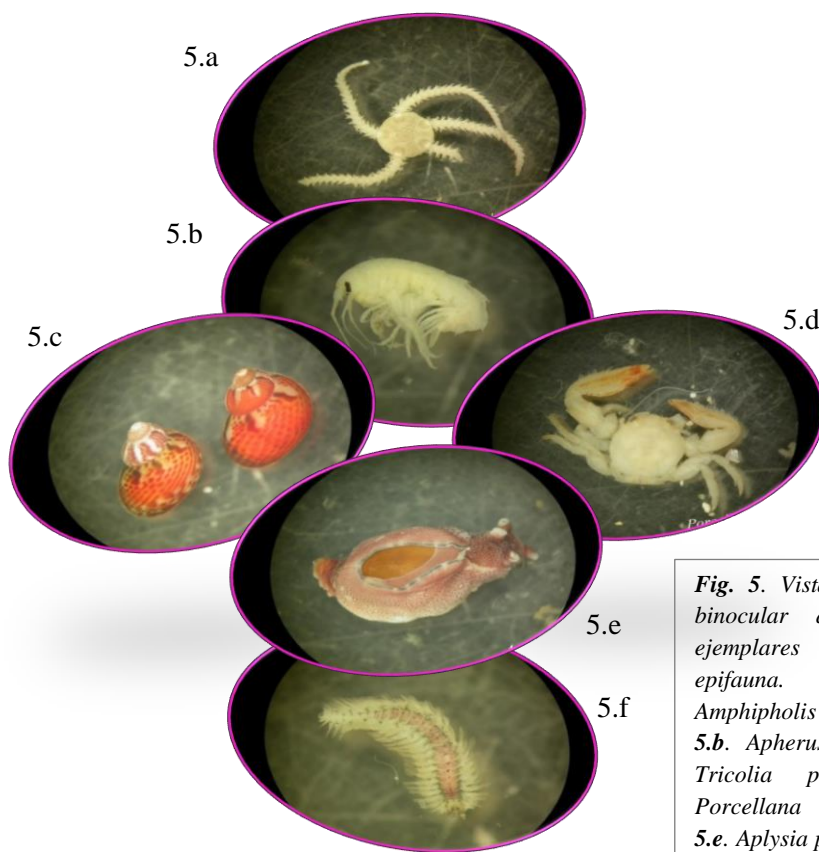
Taxa epifauna	Primavera			Verano			Otoño		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
<i>Amphilochus manudens</i> Spence Bate, 1862	X	X	X	X	X	X		X	X
<i>Amphipholis squamata</i> (Delle Chiaje, 1828)			X			X			X
<i>Apherusa</i> spp. Walker, 1891	X	X	X	X	X	X		X	X
<i>Aslia lefevrei</i> (Barrois, 1882)					X				
<i>Calliostoma zizyphinum</i> (Linnaeus, 1758)		X							
<i>Caprella acanthifera</i> Leach, 1814		X							
<i>Corophium</i> spp. Latreille, 1806		X	X			X			X
<i>Cymodoce truncata</i> Leach, 1814	X								
<i>Dynamene bidentata</i> (Adams, 1800)		X	X						
<i>Elysia</i> spp. Risso, 1818	X	X		X	X		X	X	X
<i>Endeis</i> spp. Philippi, 1843					X				
F. Mytilidae Rafinesque, 1815			X				X		X
F. Nereididae Blainville, 1818		X							X
F. Polyceridae Alder & Hancock, 1845									X
F. Polynoidae Kinberg, 1856		X	X			X			
<i>Hippolyte varians</i> Leach, 1814					X			X	
<i>Irus irus</i> (Linnaeus, 1758)							X		X
O. Harpacticoida Sars M., 1903	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Otros bivalvos	X		X	X	X	X	X	X	X
Otros gammáridos	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Otros gasterópodos	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Peringia ulvae</i> (Pennant, 1777)	X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Porcellana platycheles</i> (Pennant, 1777)			X			X			
<i>Stylochoplana maculata</i> (Quatrefage, 1845)									X
<i>Tricolia pullus</i> (Linnaeus, 1758)	X			X	X		X	X	X

**Tabla 5.** Taxones de la epifauna que contribuyen a la diferenciación de las zonas por épocas de muestreo. Aparecen marcadas con una X aquellos taxones que contribuyen con más de un 2 % de contribución a la diferenciación de las zonas. Tabla con todos los taxones en el Anexo (Tabla A1).

### 3.2.- Composición de la epifauna.

La diversidad de la epifauna fue bastante elevada, independientemente de la zona, la especie de alga muestreada y el periodo de muestreo. Los grupos faunísticos más abundantes fueron los copépodos, los anfípodos gammáridos, los gasterópodos y los bivalvos (*Tabla 5*).

El número de taxones identificados una vez completado el análisis fue 84 (*Tabla A1* y *Fig. A2 Anexo* y *Fig. 5*), incluyendo desde cnidarios hasta cordados vertebrados (como *Apletodon dentatus* Facciola, 1887). A partir del total de taxones identificados se realizó una selección compuesta por un total de 24 taxones representantes de diferentes niveles tróficos para posterior análisis de isótopos estables y determinación de la posición trófica de los peces signátidos del Archipiélago de Cíes.



**Fig. 5.** Vista a la lupa binocular de algunos ejemplares de la epifauna. **5.a.** *Amphipholis squamata*. **5.b.** *Apherusa* spp. **5.c.** *Tricolia pullus*. **5.d.** *Porcellana platycheles*. **5.e.** *Aplysia punctata*. **5.f.** *F. Polynoidae*. Fotos: L. Iglesias.

#### 4.- Discusión.

La identificación y caracterización de las comunidades de epifauna, mediante el análisis de la diversidad, riqueza, abundancia y composición de las mismas, permitió analizar la variabilidad espacio-temporal de la epifauna asociada a macroalgas submareales en el Archipiélago de Cíes, particularmente en zonas generadoras de hábitats de peces signátidos, objeto del Proyecto Hippoparques.

Los métodos empleados para el análisis de datos (PERMANOVA, nMDS y SIMPER) fueron utilizados en estudios previos sobre la variabilidad estacional de la epifauna (Gestoso *et al.*, 2010; Bedini *et al.*, 2014; Costa-García *et al.*, 2016), lo que justifica su aplicación en este estudio. En los resultados mostrados gráficamente puede observarse que existen cambios en relación con la abundancia total entre especies de algas y periodos de muestreo, aunque PERMANOVA no confirmó la existencia de diferencias significativas.

Sin tener en cuenta otros factores, podría pensarse que las comunidades de epifauna varían necesariamente, dependiendo de si están asociados a una macroalga u otra, ya sea nativa (*Codium* spp. y *Cystoseira baccata*) o invasora (*Asparagopsis armata*), pero no es así. El asentamiento y la estructura de la epifauna no sólo depende de las características propias de la macroalga, sino también de las condiciones ambientales (Cacabelos *et al.*, 2010; Rubal *et al.*, 2018) de la zona, de la época anual y de factores físico-químicos (temperatura, corrientes de agua, concentración de oxígeno, pH, salinidad, etc.) (Pereira *et al.*, 2006; Soler-Hurtado & Guerra-García, 2011). A pesar de que *A. armata* es una especie invasora que produce metabolitos halogenados con los que disuadir los efectos de los ramoneadores, los resultados sugieren un potencial positivo de esta especie en los ecosistemas invadidos, ya que este alga albergó conjuntos de epifauna con valores de diversidad, riqueza y abundancia similares al de las algas nativas en nuestras áreas de estudio (Tabla A2 Anexo) (Soler-Hurtado & Guerra-García, 2011; Costa-García *et al.*, 2016; Rubal *et al.*, 2018). En primavera, la epifauna asociada a *A. armata* y a *Codium* spp. fue prácticamente igual de diversa. Tal como afirma Viejo (1999) en su estudio sobre la epifauna asociada a *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt, 1955 en dos zonas del norte de España, ello podría deberse a la presencia de organismos epifaunales que usan las epífitas vegetales como hábitat y alimento en lugar de la macroalga misma, y también a

similitudes morfológicas y químicas entre las algas marinas invasoras y locales, o a hábitos generalistas de los ramoneadores que consumen la planta hospedadora.

De manera similar a lo indicado por Pereira *et al.* (2006), las macroalgas más finamente ramificadas exhibieron una epifauna ligeramente más rica y abundante, en comparación con *Codium* spp., que tiene una arquitectura menos compleja. La macroalga dominante en términos de abundancia, riqueza y diversidad de la epifauna fue *Cystoseira* spp., al igual que se ha observado en otros estudios (Russo, 1997). Probablemente, se deba al hecho de que *Cystoseira* spp. se localizó en la zona más protegida del archipiélago (zona C) y tiene un crecimiento más lento que las demás especies de algas (OAPN, 2018), por lo que supone un menor estrés para las comunidades de epifauna y, en consecuencia, la formación de ensamblajes mayores.

Por otro lado, la riqueza específica de la epifauna fue constante a lo largo de todo el año, pero la abundancia disminuyó severamente en otoño, debido al desprendimiento de las algas por las adversas condiciones meteorológicas (Winkler *et al.*, 2017). En primavera y verano se produce la generación y el crecimiento de nuevas hojas en las macroalgas (Winkler *et al.*, 2017), lo que en este estudio coincidió con la mayor abundancia de epifauna. El alimento del zooplancton y, por lo tanto, también de la epifauna, es suministrado fundamentalmente por la producción de fitoplancton en la capa superior de los océanos (Sanders *et al.*, 2014). En el margen Atlántico de la Península Ibérica ocurre un afloramiento estacional entre el inicio de la primavera y finales del verano, produciéndose importantes entradas de nutrientes que permiten el desarrollo de una importante biomasa planctónica (Álvarez-Salgado *et al.*, 2002). Este efecto de enriquecimiento es mucho más significativo en el litoral de Galicia que en otras zonas como el Cantábrico (Botas *et al.*, 1990), siendo esperable una elevada producción de zooplancton, especialmente en las épocas de afloramiento (Cushing, 1978; Bode & Álvarez-Ossorio, 2004). Ello explicaría la menor abundancia de epifauna en otoño, junto con la desaparición de especies de algas estacionales, cuyo pico máximo de desarrollo y proliferación se sitúan en primavera-verano (Peña & Bárbara, 2006).

Respecto a la composición de la epifauna, es especialmente interesante señalar la gran cantidad de grupos faunísticos identificados en las zonas muestreadas del Archipiélago de Cíes. Ello puede deberse al hecho de que, la riqueza específica de la epifauna en el Océano Atlántico es inferior a la del Mar Mediterráneo (Soler-Hurtado & Guerra-García,



2010). Así, Russo (1997) tan sólo identificó un total de 55 especies de epifauna en las aguas de Chipre.

Los grupos faunísticos predominantes en el Archipiélago de Cíes fueron los crustáceos (copépodos y anfípodos gammáridos) y los moluscos (gasterópodos y bivalvos), lo que coincide con lo señalado por Russo (1997). Un grupo que suele estar bastante bien representado en la epifauna es el de los poliquetos (Guerra-García *et al.*, 2011), que en nuestro caso serían los siguientes a los moluscos en términos de dominancia.

Los ensamblajes epifaunales son muy importantes porque constituyen la base de muchas cadenas tróficas e incluyen grupos zoológicos que forman parte de las dietas de numerosas especies de peces submareales, como los signátidos (peces pipa y caballitos de mar). Kitsos *et al.* (2007) señalaron los anfípodos, decápodos anomuros y mísidos entre los componentes principales de la dieta de los caballitos de mar europeos en aguas del Mediterráneo. En las poblaciones del caballito de mar *Hippocampus guttulatus* Cuvier, 1829 del litoral de Galicia, se ha determinado que los componentes más importantes de la dieta son caprélidos, gammáridos y carídeos (Valladares *et al.*, 2017). En peces pipa, la dieta natural es semejante a la de los caballitos de mar, aunque dependiendo de distintos niveles de especialización y de la disponibilidad de presas puede variar el tipo de presa preferida, siendo importante la contribución de copépodos e isópodos en algunas especies (García *et al.*, 2005). Todos estos grupos epifaunales estuvieron bien representados en el Archipiélago de Cíes, por lo que se puede concluir que la diversidad y abundancia de epifauna del Archipiélago permite *a priori* el mantenimiento de poblaciones de signátidos, así como de otros peces. Finalmente, es importante señalar que la época de mayor proliferación de epifauna en la zona coincide con la de mayor presencia y distribución de signátidos (primavera y verano) (Planas *et al.*, 2018). En relación con esto último, es también relevante el hecho de que sea en estas épocas cuando se observa un porcentaje muy elevado de reproductores de signátidos, posiblemente debido a que acuden a la zona para fines reproductivos por la abundancia de alimento para los juveniles, entre otras causas (OAPN, 2018; Planas *et al.*, 2018).

El estudio de perfiles isotópicos de C y N en la epifauna de este estudio ha permitido caracterizar por primera vez la estructura trófica y la posición trófica de los peces signátidos del Archipiélago de Cíes (Nogueira *et al.*, 2018), concretamente de las especies *H. guttulatus*, *Syngnathus acus* Linnaeus, 1758 y *Entelurus aequoreus* (Linnaeus, 1758).



## 5.- Conclusiones.

- ✓ Los patrones biogeográficos de la epifauna del Archipiélago de Cíes parecen no estar relacionados solamente con los cambios geográficos en las especies de algas, sino también con factores físicos (como la temperatura, corrientes de agua, etc.) y/o factores biológicos (arquitectura de algas).
- ✓ Resalta la gran diversidad de grupos epifaunales presentes en el Archipiélago de Cíes durante todo el año, con una disminución de la abundancia total en otoño debido a la desaparición o menor presencia de macroalgas estacionales y, posiblemente, a una reducción de la producción primaria.
- ✓ Una invasión biológica como la de *Asparagopsis armata*, no siempre actúa como una perturbación del ecosistema, al menos con respecto a la epifauna, y los resultados sugieren que esta especie invasora proporciona nuevos recursos que la epifauna puede aprovechar como alimento, hábitat y protección. Además, el hecho de que las algas nativas e invasoras compartan prácticamente los mismos grupos de epifauna indica que la asociación macroalgas-epifauna es lábil.
- ✓ Los resultados han sido de utilidad para caracterizar la estructura trófica y determinar la composición del alimento de los peces signátidos presentes en el Archipiélago de Cíes, estudio realizado en el marco del Proyecto Hippoparques, con el fin de establecer planes de conservación para estos peces.

## 6.- Agradecimientos.

Primeramente, quiero mostrar todo mi agradecimiento al Organismo Autónomo de Parques Nacionales (OAPN) por la financiación del Proyecto Hippoparques, al Laboratorio de Biología y Fisiología Larvaria de Peces del Instituto de Investigaciones Marinas (CSIC) de Vigo y al grupo BioCOST de la Universidad de A Coruña por haberme permitido la realización de este estudio.

También quiero hacer referencia a ciertas personas de una manera más íntima:

Gracias a los técnicos de buceo (Cris, Álex C., Ignacio, Viviana, etc.) por traer *bichos* al laboratorio con los que romperme la cabeza. ¡Creo que hay nombres científicos que no olvidaré en la vida!

A Miquel, por confiar en mí, apoyarme y aceptarme desde el minuto 0. De no ser así, ahora no estaría escribiendo estas palabras. Por cierto, nunca dejes de sentir ese amor incondicional hacia los animales. Eres una gran persona.

A Álex P. y, sobre todo, a Cris, por la infinita paciencia desde el principio. Sin vuestra ayuda estaría más perdida que un pulpo en un garaje.

A Rodolfo, por ofrecerme su ayuda en todo momento.

A Raquel, por convertirse en mi *gicha* favorita. Nos hemos sabido complementar demasiado bien. Creo que juntas hemos pasado por todos los estados de ánimo posibles. Respecto al futuro, espero que siempre consigas todo lo que te propongas, te lo mereces.

A Sara, Claudia, Álex P., Esteban y Pablo, por hacer que me sintiera como en casa. Los pinchos de tortilla con vosotros sabían a gloria, nunca olvidaré tan buenos momentos. Al fin y al cabo, es lo que me llevo. A Álex C., Patri, Garci y al resto de compañeros del grupo, por hacer el trabajo más ameno.

Por último, y con especial relevancia, gracias a mi familia y amigos por darme ánimo y apoyo durante estos meses. ¡No falláis!

¡Ah!, y cómo no, “gracias a las Cíes” por ser un auténtico paraíso, tanto dentro como fuera del agua. Deseo que los estudios como el Proyecto Hippoparques echen un cable para que esto siga siendo así.

## 7.- Bibliografía.

- Álvarez-Salgado, X. A., Beloso, S., Joint, I., Nogueira, E., Chou, L., Pérez, F. F., Groom, S., Cabanas, J. M., Rees, A. P. & Elskens, M., 2002. New production of the NW Iberian shelf during the upwelling season over the period 1982-1999. *Deep Sea Research*, 49, pp. 1725-1739.
- Anderson, M. J. & Robinson, J., 2003. Generalized discriminant analysis based on distances. *Australian & New Zealand Journal of Statistics*, 45, pp. 301-318.
- Anderson, M. J., 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, 26, pp. 32-46.
- Anderson, M. J., Gorley, R. N. & Clarke, K. R., 2008. *PERMANOVA+ for PRIMER: guide to software and statistical methods*. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory.
- Ba-Akdah, M. A., Satheesh, S. & Al-Sofyani, A. A., 2016. Habitat preference and seasonal variability of epifaunal assemblages associated with macroalgal beds on the Central Red Sea coast, Saudi Arabia. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 96(7), pp. 1457-1467.
- Bedini, R., Bonechi, L. & Piazzzi, L., 2014. Spatial and temporal variability of mobile macro-invertebrate assemblages associated to coralligenous habitat. *Mediterranean Marine Science*, 15(2), pp. 302-312.
- Bode, A. & Álvarez-Ossorio, M. T., 2004. Taxonomic versus trophic structure of mesozooplankton: a seasonal study of species succession and stable carbon and nitrogen isotopes in a coastal upwelling ecosystem. *Journal of Marine Science*, 61, pp. 563-571.
- Botas, J. A., Fernández, E. Bode, A. & Anadón, R., 1990. A persistent upwelling of the Central Cantabrian Coast (Bay of Biscay). *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 30, pp. 185-199.
- Bray, J. R. & Curtis, J. T., 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27, pp. 326-349.
- Cacabelos, E., Olabarria, C., Incera, M. & Troncoso, J. S., 2010. Effects of habitat structure and tidal height on epifaunal assemblages associated with macroalgae. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 89, pp. 43-52.
- Chemello, R. & Milazzo, M., 2002. Effect of algal architecture on associated fauna: some evidence from phytal molluscs. *Marine Biology*, 140, pp. 981-990.

- Clarke, K. R. & Gorley, R. N., 2006. *PRIMER v6: user manual-tutorial*. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory.
- Costa-García, R., Rubal, M., Besteiro, C., Sousa-Pinto, I. & Veiga, P., 2016. Arthropod diversity associated with the non-indigenous macroalgae *Asparagopsis armata* Harvey, along the Atlantic coast of the Iberian Peninsula. *SIEBM2016*, 5-9 September 2016, Porto (Portugal).
- Cushing, D. H., 1978. Upper trophic levels in upwelling areas. *Springer*, pp. 101-110.
- García, A-M., Geraldi, R. M. & Vieira, J. P., 2005. Diet composition and feeding strategy of the southern pipefish *Syngnathus folletti* in a Widgeon grass bed of the Patos Lagoon Estuary, RS, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 3(3), pp. 427-432.
- Gestoso, I., Olabarria, C. & Troncoso, J. S., 2010. Variability of epifaunal assemblages associated with native and invasive macroalgae. *Marine and Freshwater Research*, 61, pp. 724-731.
- Guerra-García, J. M., Cabezas, M. P., Baeza-Rojano, E., Izquierdo, D., Corzo, J., Ros, M., Sánchez, J. A., Dugo-Cota, A., Flores-León, A. M. & Soler-Hurtado, M. M., 2011. Abundance patterns of macrofauna associated to marine macroalgae along the Iberian Peninsula. *Zoologica Baetica*, 22, pp. 3-17.
- Hayward, P. J. & Ryland, J. S., 2017. *Handbook of the Marine Fauna of North-West Europe*. 2<sup>a</sup> ed. New York: Oxford University Press.
- Kitsos, M. S., Tzomos, Th., Anagnostopoulou, L. & Koukouras, A., 2008. Diet composition of the seahorses, *Hippocampus guttulatus* Cuvier, 1829 and *Hippocampus hippocampus* (L., 1758) (Teleostei, Syngnathidae) in the Aegean Sea. *Journal of Fish Biology*, 72, pp. 1259-1267.
- McArdle, B. H. & Anderson, M. J., 2001. Fitting multivariate models to community data: a comment on distance-based redundancy analysis. *Ecology*, 82, pp. 290-297.
- Nakaoka, M., Toyohara, T. & Matsumasa, M., 2001. Seasonal and between-substrate variation in mobile epifaunal community in a multispecific seagrass bed of Otsuchi Bay, Japan. *Marine Ecology*, 22(4), pp. 379-395.
- Nogueira, R., Iglesias, L., Piñeiro-Corbeira, C., Paltrinieri, Á. & Planas, M., 2018. Spatial-temporal study on stable isotope signatures in epifauna and syngnathid fishes from Cíes Archipelago (Atlantic Islands National Park, NW Spain). *ISMS2018 – Workshop Patrimonio Cíes, 20-22 June 2018, Vigo (Spain)*.

- OAPN (Organismo Autónomo de Parques Nacionales). 2018. *Signátidos de los Parques Nacionales de las Islas Atlánticas y del Archipiélago de Cabrera (Hippoparques)*. Madrid: Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.
- Parker, J. D., Duffy, J. E. & Orth, R. J., 2001. Plant species diversity and composition: experimental effects on marine epifaunal assemblages. *Marine Ecology Progress Series*, 224, pp. 55-67.
- Peña, V. & Bárbara, I., 2006. Los fondos marinos de maërl del Parque Nacional de las Islas Atlánticas (Galicia, España): distribución, abundancia y flora asociada. *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)*, 15, pp. 7-25.
- Pereira, S. G., Lima, F. P., Queiroz, N. C., Ribeiro, P. A. & Santos, A. M., 2006. Biogeographic patterns of intertidal macroinvertebrates and their association with macroalgae distribution along the Portuguese coast. *Hydrobiologia*, 555, pp. 185-192.
- Pla, L., 2006. Biodiversidad: Inferencia basada en el Índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31(8), pp. 583-590.
- Planas, M., Piñeiro-Corbeira, Chamorro, A. & García-Blanco, M. E., 2018. Syngnathids of Cíes Archipelago (Atlantic Islands National Park, NW Spain). *Book of Abstracts, SIBIC2018, 12-15 June 2018, Faro (Portugal)*, pp. 59.
- Rubal, M., Costa-García, R., Besteiro, C., Sousa-Pinto, I. & Veiga, P., 2018. Mollusc diversity associated with the non-indigenous macroalga *Asparagopsis armata* Harvey, 1855 along the Atlantic coast of the Iberian Peninsula. *Marine Environmental Research*, 136, pp. 1-7.
- Russo, A. R., 1997. Epifauna living on sublittoral seaweeds around Cyprus. *Hydrobiologia*, 344, pp. 169-179.
- Sanders, R., Henson, S. A., Koski, M., De La Rocha, C. L., Painter, S. C., Poulton, A. J., Riley, J., Salihoglu, B., Visser, A., Yool, A., Bellerby, R. & Martin, A. P., 2014. The biological pump in the North Atlantic. *Progress in Oceanography*, 129, pp. 200-218.
- Seed, R., Elliott, M. N., Boaden, P. J. S. & O'Connor, R. J., 1981. The composition and seasonal changes amongst the epifauna associated with *Fucus serratus* L. in Strangford Lough, Northern Ireland. *Cahiers de Biologie Marine*, 22, pp. 243-266.

- Soler-Hurtado, M. M. & Guerra-García, J. M., 2011. Study of the crustacean community associated to the invasive seaweed *Asparagopsis armata* Harvey, 1885 along the coast of the Iberian Peninsula. *Zoologica Baetica*, 22, pp. 33-49.
- Valladares, S. D., Soto, D. X. & Planas, M., 2017. Dietary composition of endangered seahorses determined by stable isotope analysis. *Marine and Freshwater Research*, 68, pp. 831-839.
- Viejo, R. M., 1999. Mobile epifauna inhabiting the invasive *Sargassum muticum* and two local seaweeds in northern Spain. *Aquatic Botany*, 64, pp. 131-149.
- Winkler, N. S., Pérez-Matus, A., Villena, Á. A. & Thiel M., 2017. Seasonal variation in epifaunal communities associated with giant kelp (*Macrocystis pyrifera*) at an upwelling-dominated site. *Austral Ecology*, 42, pp. 132-144.

## 8.- Anexo.

*Fig. A1. Índice de Shannon (Pla, 2006).*

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

S: número de especies (riqueza específica).

P<sub>i</sub>: proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (abundancia relativa de la especie i):  $\frac{n_i}{N}$

n<sub>i</sub>: número de individuos de la especie i.

N: número de todos los individuos de todas las especies.

Tabla A1. Clasificación taxonómica de la epifauna.

ARTRÓPODOS	CRUSTÁCEOS	Maxilópodos	Cirripedos		Balanos		F. Balanidae
			Copépodos				O. Harpacticoida
		Malacostráceos	Anfípodos	Caprélidos	Caprella acanthifera		
					Caprella equilibra		
					Caprella linearis		
					Phtisica marina		
					Pseudoprotella phasma		
				Gammáridos	Amphilochus manudens		
					Apherusa spp.		
					Corophium spp.		
					Otros		
				Talítridos	Pereionotus testudo		
				Decápodos	Carídeos	Hippolyte varians	
			Achaeus cranchii				
			Otros		F. Majidae		
					Galathea spp.		
					Macropodia deflexa		
				Pilumnus hirtellus			
				Porcellana platycheles			
		Xaiva biguttata					
		Isópodos		Anthura gracilis			
			Astacilla longicornis				
			Cymodoce truncata				
	Dynamene bidentata						
	Eurydice pulchra						
	Idotea balthica						
	Stenosoma lancifer						
	Misidáceos		Siriella armata				
QUELICERADOS	Picnogónidos				Achelia echinata		
					Endeis spp.		
					Aplysia punctata		
MOLUSCOS	Gasterópodos	Opistobranquios	Doto fragilis				
			Elysia spp.				
			F. Polyceridae				
			Goniodoris spp.				
			Onchidoris spp.				
			Peringia ulvae				
			Prosobranquios	Ariadnaria borealis			
				Bittium reticulatum			
				Buccinum undatum			
				Calliostoma zizyphinum			
				Cerithiopsis tubercularis			
				F. Littorinidae			
		F. Patellidae					
		Gibbula spp.					
		Jujubinus spp.					
		Marshallora adversa					
		Ocenebrina aciculata					
		Omalogyra atomus					
	Skeneopsis planorbis						
	Tricolia pullus						
	Tritia spp.						
	Urosalpinx cinerea						
	Vitreolina philippi						
	Otros						
	Bivalvos		F. Mytilidae				
			Irus irus				
			Otros				
	Poliplacóforos				Eurysyllis tuberculata		
	ANÉLIDOS	Poliquetos				F. Hesionidae	
						F. Nereididae	
						F. Polynoidae	
						F. Sabellidae	
						F. Serpulidae	
Notophyllum foliosum							
Protula tubularia							
Syllis prolifera							
NEMERTINOS	Anoplos				O. Heteronemertea		
	Enoplos				Oerstedia dorsalis		
PLATELMINTOS	Rabditóforos	Trepaxonematos	Policládidos		Tetrastemma herouardi		
					Cycloporus papillosus		
CNIDARIOS	Antozoos				Stylochoplana maculata		
	Hidrozoos				O. Actiniaria		
BRIOZOOS							
EQUINODERMOS	Asteroideos				Asterias rubens		
					Asterina gibbosa		
	Ofiuroideos				Amphipholis squamata		
					Ophiothrix fragilis		
	Equinoideos				Paracentrotus lividus		
Holoturias				Aslia lefevrei			
CORDADOS	Actinopterigios	Teleósteos				Apletodon dentatus	



**Tabla A2.** Presencia de los diferentes taxones de la epifauna según la especie de macroalga muestreada en cada estación anual. X = presencia.

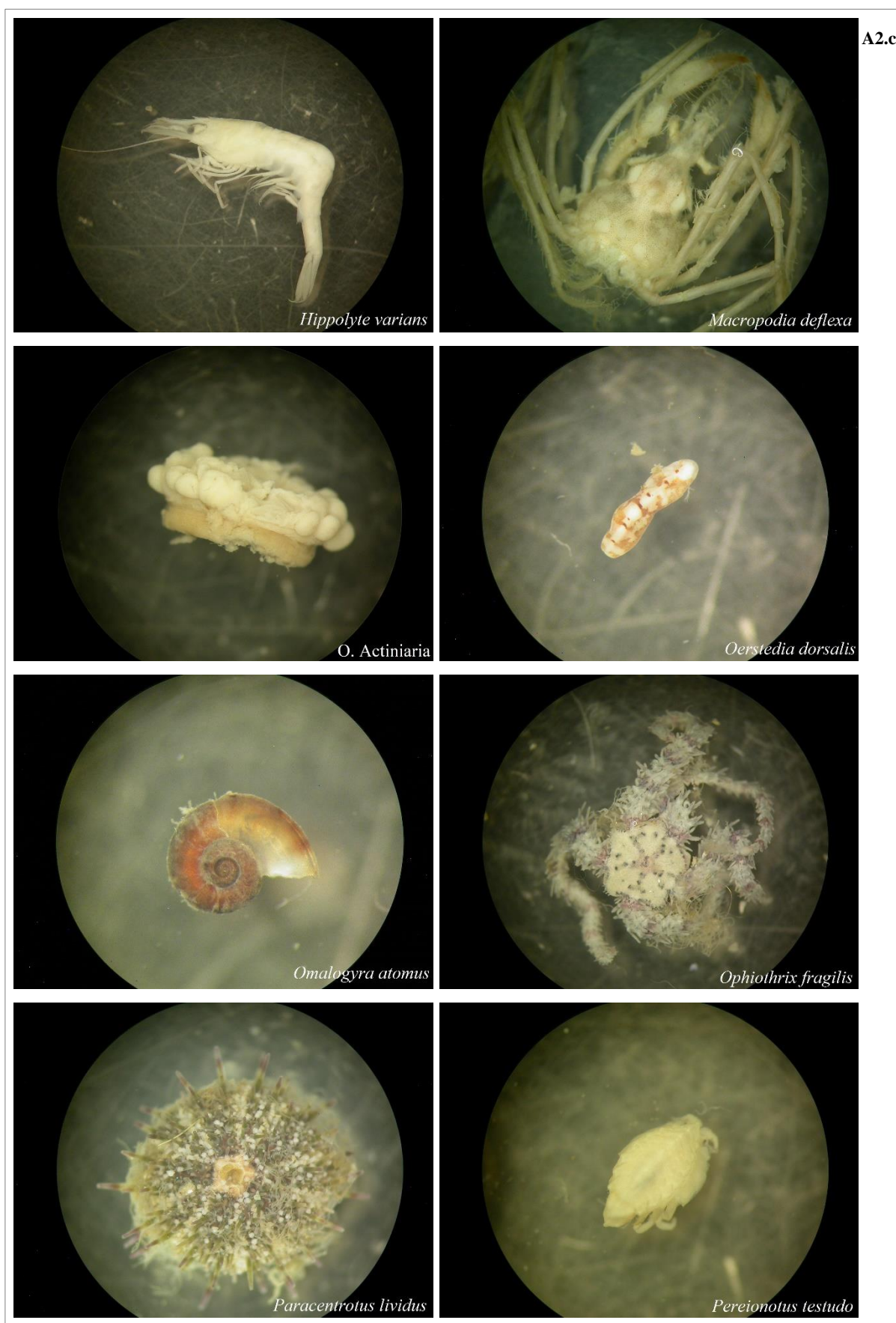
GRUPOS EPIFAUNA	ESTACIÓN ANUAL/ESPECIE VEGETAL					
	PRIMAVERA		VERANO		OTOÑO	
	Codium spp.	Asparagopsis armata	Codium spp.	Cystoseira baccata	Codium spp.	Cystoseira baccata
<i>Achaeus cranchii</i>	X		X	X		X
<i>Achelia echinata</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Amphilochus manudens</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Amphipholis squamata</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Anthura gracilis</i>	X	X			X	X
<i>Apherusa</i> spp.	X	X	X	X	X	X
<i>Apletodon dentatus</i>					X	X
<i>Aplysia punctata</i>	X	X			X	X
<i>Ariadnaria borealis</i>					X	
<i>Aslia lefevrei</i>	X	X	X	X		
<i>Astacilla longicornis</i>		X				X
<i>Asterias rubens</i>					X	
<i>Asterina gibbosa</i>		X	X			
<i>Bittium reticulatum</i>	X	X	X	X	X	
<i>Buccinum undatum</i>	X	X	X	X	X	X
<i>C. Bivalvia</i>	X	X	X	X	X	X
<i>C. Gasteropoda</i>	X	X	X	X	X	X
<i>C. Hydrozoa</i>		X		X	X	X
<i>C. Polyplacophora</i>	X		X			
<i>Calliostoma zephyrinum</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Caprella acanthifera</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Caprella equilibra</i>		X	X			
<i>Caprella linearis</i>					X	X
<i>Cerithiopsis tubercularis</i>					X	X
<i>Corophium</i> spp.	X	X	X	X	X	X
<i>Cycloporus papillosus</i>	X			X		
<i>Cymodoce truncata</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Doto fragilis</i>			X	X		
<i>Dynamene bidentata</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Elysia</i> spp.	X	X	X	X	X	X
<i>Endeis</i> spp.	X	X	X	X	X	X
<i>Eurydice pulchra</i>			X			X
<i>Eurysyllis tuberculata</i>	X	X				
<i>F. Balanidae</i>				X	X	X
<i>F. Hesionidae</i>		X		X		X
<i>F. Littorinidae</i>						X
<i>F. Majidae</i>		X				
<i>F. Mytilidae</i>	X	X	X	X	X	X
<i>F. Nereididae</i>	X	X		X	X	X
<i>F. Patellidae</i>	X		X	X		
<i>F. Polyceridae</i>				X		
<i>F. Polynoidae</i>	X	X	X	X	X	X
<i>F. Sabellidae</i>		X		X	X	
<i>F. Serpulidae</i>				X	X	X
<i>Fi. Bryozoa</i>	X	X				
<i>Galathea</i> spp.	X	X				
<i>Gibbula</i> spp.	X	X	X	X	X	X
<i>Goniadoris</i> sp.			X			X
<i>Hippolyte varians</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Idotea balthica</i>					X	
<i>InfraC. Teleostei</i>			X			X
<i>Irus irus</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Jujubinus</i> spp.						X
<i>Macropodia deflexa</i>	X		X	X	X	X
<i>Marshallora adversa</i>				X		
<i>Notophyllum foliosum</i>	X					
<i>O. Actiniaria</i>	X		X		X	X
<i>O. Harpacticoida</i>	X	X	X	X	X	X
<i>O. Heteronemertea</i>	X	X		X		X
<i>Ocenebrina aciculata</i>						X
<i>Oerstedia dorsalis</i>	X	X			X	X
<i>Omalogyra atomus</i>	X					
<i>Onchidoris</i> sp.				X	X	X
<i>Ophiothrix fragilis</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Paracentrotus lividus</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Pereionatus testudo</i>	X					X
<i>Peringia ulvae</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Phtisica marina</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Pilumnus hirtellus</i>	X	X		X		
<i>Porcellana platycheles</i>	X	X	X	X		X
<i>Protula tubularia</i>		X				
<i>Pseudoprotella phasma</i>	X		X		X	
<i>Siriella armata</i>		X		X		X
<i>Skeneopsis planorbis</i>					X	
<i>Stenosoma lancifer</i>	X	X	X		X	X
<i>Stylochoplana maculata</i>	X	X	X	X	X	X
<i>SubO. Gammaridea</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Syllis prolifera</i>	X	X		X	X	X
<i>Tetrastemma herouardi</i>	X					
<i>Tricolia pullus</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Tritia</i> spp.	X	X	X	X	X	
<i>Urosalpinx cinerea</i>						X
<i>Vitreolina philippi</i>	X			X	X	
<i>Xaiva biguttata</i>	X	X				

**Fig. A2.** Vista a la lupa de algunos ejemplares de la epifauna. Fotos: L. Iglesias.



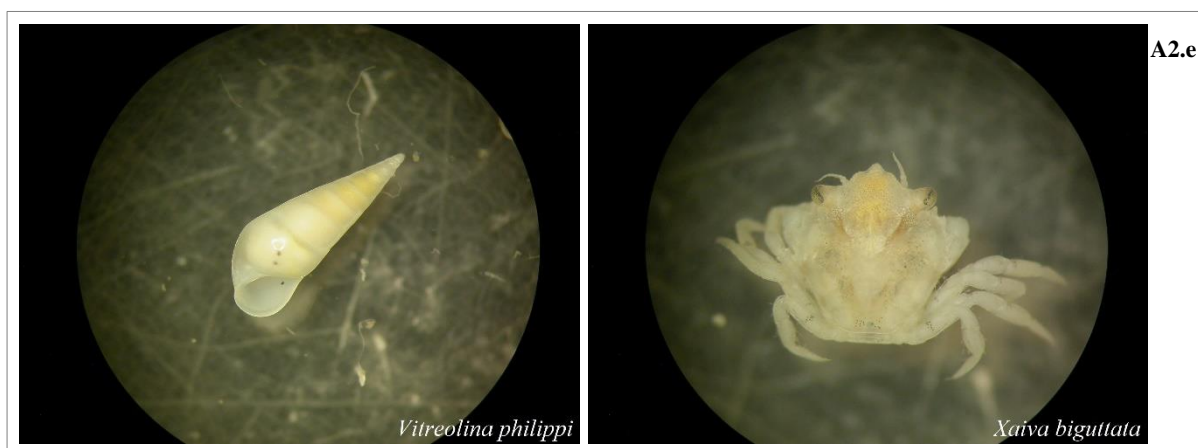






*Phtisica marina**Pilumnus hirtellus**Porcellana platycheles**Siriella armata**Stylochoplana maculata**Tetrastemma herouardi**Tricolia pullus**Tritia* spp.





**Fig. A3.** Macroalgas muestreadas. **A3.a.** *Asparagopsis armata* y su fase esporofítica **A3.b.** *Falkenbergia rufolanosa*. **A3.c.** *Codium* spp. **A3.d.** *Cystoseira* spp. Fotos: Manuel E. Garci.

*Dr. Miquel Planas Oliver*, del Departamento de Ecología y Recursos Marinos del Instituto de Investigaciones Marinas de Vigo, y *Dr. Rodolfo Barreiro Lozano*, del Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología de la UDC, autorizan la presentación del Trabajo de Fin de Máster “**Estudio espacio-temporal de la epifauna asociada a macroalgas en el Archipiélago de Cíes (Parque Nacional de las Islas Atlánticas, NO España)**” presentado por *Laura Iglesias Carballeira*, estudiante del Máster en Biología Marina, para su defensa ante el tribunal calificador.

En Vigo, a 26 de junio de 2018.

PLANAS  
OLIVER  
MIGUEL -  
05232890E

Firmado  
digitalmente por  
PLANAS OLIVER  
MIGUEL - 05232890E  
Fecha: 2018.06.26  
08:38:59 +02'00'

Fdo.: Dr. Miquel Planas Oliver.

En A Coruña, a 26 de junio de 2018.

BARREIRO LOZANO  
RODOLFO - 32748714A  
c=ES,  
serialNumber=IDCES-327487  
14A, givenName=RODOLFO,  
sn=BARREIRO LOZANO,  
cn=BARREIRO LOZANO  
RODOLFO - 32748714A  
2018.06.26 13:57:20 +02'00'

Fdo.: Dr. Rodolfo Barreiro Lozano.